

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 3 日
Date of Application:

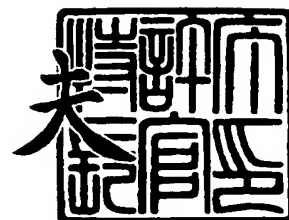
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 4 5 6 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 1 4 5 6 7]

出 願 人 松 下 電 器 産 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 1 3 9 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 3162340012

【提出日】 平成15年 1月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/301

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝大門1丁目1番地30号 パナソニックフ
ァクトリーソリューションズ株式会社内

【氏名】 有田 潔

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法および半導体ウェハの切断装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコンを主材質とし複数の半導体素子が第 1 の面に形成された半導体ウェハをプラズマダイシングによって切断して半導体素子の個片毎に分割された半導体装置を得る半導体装置の製造方法であって、

前記第 1 の面側であって半導体ウェハを前記個片に区分して設定された切断線に相当する位置に、フッ素系のガスを含んだ混合ガスである第 1 のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートが前記第 1 のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるシリコンを対象としたエッチングレートよりも低い材質を含んだエッチングストップ層を形成する工程と、前記第 1 の面に剥離可能な保護シートを貼付け、前記第 1 の面の反対側の第 2 の面に前記切断線を定めるマスクを形成する工程と、前記第 2 の面側より前記第 1 のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてシリコンをエッチングする第 1 のプラズマダイシング工程と、前記第 1 のプラズマダイシング工程により露呈した前記エッチングストップ層を前記第 1 のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第 2 のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてエッチングする第 2 のプラズマダイシング工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 シリコンを対象とした前記第 1 のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートに対する前記エッチングストップ層を対象とした前記第 1 のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートの比を示すエッチングレート比が、0.6 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 前記エッチングストップ層が少なくとも SiO_2 であり、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが水素結合を有するフッ素系ガスまたはフッ素系ガスを含んだ混合ガスを含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 前記第 2 のプラズマ発生用ガスが CHF_3 または $\text{CF}_4 + \text{H}_2$ を含んだ混合ガスを含むことを特徴とする請求項 3 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 前記エッチングストップ層が少なくとも SiN であり、前記第 2

のプラズマ発生用ガスが少なくともフッ素系ガスと酸素を含んだ混合ガスであることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】前記第 2 のプラズマ発生用ガスが SF_6 と O_2 を含んだ混合ガスを含むことを特徴とする請求項 5 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】前記エッチングストップ層が少なくとも有機物であり、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが少なくとも酸素を含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】前記エッチングストップ層が少なくとも半導体素子の配線に使用される導電体であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】前記導電体が少なくとも Al 、 Al-Si 、 Al-Si-Cu のいずれか 1 つを含み、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが少なくとも塩素または塩素系のガスを含むことを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】請求項 1 記載の半導体装置の製造方法で使用される半導体ウェハの切断装置であって、密閉空間を形成する処理室と、前記処理室において前記保護シートに密着する平面を備えた電極と、前記平面に前記保護シートを密着させた状態で前記半導体ウェハを前記電極に保持させる保持手段と、前記処理室内を減圧する減圧手段と、前記処理室内にプラズマ発生用ガスを供給するプラズマ発生用ガス供給部と、前記電極に高周波電圧を印加して前記処理室内に供給されたプラズマ処理用のガスをプラズマ状態に移行させる高周波電源部とを備え、前記プラズマ発生用ガス供給部は、前記第 1 のプラズマダイシング工程に用いられる第 1 のプラズマ発生用ガスと、前記第 1 のプラズマダイシング工程によって露呈した前記エッチングストップ層を前記第 1 のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能なプラズマを発生させる第 2 のプラズマ発生用ガスのいずれかを選択的に供給するガス選択手段を備えたことを特徴とする半導体ウェハの切断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の半導体素子が形成された半導体ウェハを半導体素子の個片毎

に分割して半導体装置を得る半導体装置の製造方法およびこの製造方法において用いられる半導体ウェハの切断装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

電子機器の基板などに実装される半導体装置は、ウェハ状態で回路パターン形成が行われた半導体素子にリードフレームのピンや金属バンプなどを接続するとともに樹脂などで封止するパッケージング工程を経て製造されている。最近の電子機器の小型化に伴って半導体装置の小型化も進み、中でも半導体素子を薄くする取り組みが活発に行われている。

【0 0 0 3】

薄化された半導体素子は外力に対する強度が弱く、特にウェハ状態の半導体素子を素子毎に分離するダイシング工程においては、切断時にダメージを受けやすく、加工歩留まりの低下が避けられないという問題点がある。このような薄化された半導体素子を切断する方法として、機械的な切断方法に替えてプラズマのエッチング作用によって切断溝を形成することにより半導体ウェハを切断する方法（プラズマダイシング）が提案されている（例えば特許文献 1 参照）。

【0 0 0 4】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 9 3 7 5 2 号公報

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術に示すプラズマダイシングにおいては、プラズマのエッチング作用の不均一さに起因して、以下のような課題が解決されないままであった。プラズマエッチングにおいては、予め切断線以外の領域をレジスト層で覆うマスキングが行われる。そしてマスキング後の半導体ウェハはプラズマ処理装置の処理室内に収容され、処理室内で切断線の範囲のみをプラズマに曝露させて、この部分のシリコンをエッチングにより除去する。

【0 0 0 6】

ところでプラズマによるエッチング作用の度合いを示すエッチングレートは必

ずしも均一ではなく、エッチングレートの分布は処理室内においてばらつきを示す。このため、処理室内に載置された半導体ウェハの切断線のうち、エッチングレートが高い範囲に位置する切断線はプラズマダイシングにおいて他の部分よりも短時間でシリコンが除去され切断を完了する。

【0007】

そしてこの範囲の切断線は、エッチングレートが低い範囲に位置する切断線でのシリコン除去が完了するまで引き続きプラズマに曝露される。したがってエッチングレートが高い範囲においては、シリコンが完全に除去されることによって半導体ウェハ下面側の保護シートがプラズマに直接曝されることとなる。

【0008】

そしてこの状態でプラズマ処理が継続されると、保護シートにプラズマの熱が直接作用する結果、保護シートが過度に加熱されて焼損や変形などの不具合を生じるおそれがある。このように、従来のプラズマダイシングにおいては、プラズマのエッチング作用の不均一さに起因する保護シートの熱ダメージを有効に防止することができなかった。

【0009】

そこで本発明は、プラズマエッチングによる半導体ウェハの切断において、保護シートへの熱ダメージを防止することができる半導体装置の製造方法および半導体ウェハの切断装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の半導体装置の製造方法は、シリコンを主材質とし複数の半導体素子が第1の面に形成された半導体ウェハをプラズマダイシングによって切断して半導体素子の個片毎に分割された半導体装置を得る半導体装置の製造方法であって、前記第1の面側であって半導体ウェハを前記個片に区分して設定された切断線に相当する位置に、フッ素系のガスを含んだ混合ガスである第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートが前記第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるシリコンを対象としたエッチングレートよりも低い材質を含んだエッチングストップ層を形成する工程と、前記第1の面に剥離可

能な保護シートを貼付け、前記第 1 の面の反対側の第 2 の面に前記切断線を定めるマスクを形成する工程と、前記第 2 の面側より前記第 1 のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてシリコンをエッチングする第 1 のプラズマダイシング工程と、前記第 1 のプラズマダイシング工程により露呈した前記エッチングストップ層を前記第 1 のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第 2 のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてエッチングする第 2 のプラズマダイシング工程とを含む。

【0011】

請求項 2 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、シリコンを対象とした前記第 1 のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートに対する前記エッチングストップ層を対象とした前記第 1 のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートの比を示すエッチングレート比が、0.6 以下である。

【0012】

請求項 3 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記エッチングストップ層が少なくとも SiO_2 であり、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが水素結合を有するフッ素系ガスまたはフッ素系ガスを含んだ混合ガスを含む。

【0013】

請求項 4 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが CHF_3 または $\text{CF}_4 + \text{H}_2$ を含んだ混合ガスを含む。

【0014】

請求項 5 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記エッチングストップ層が少なくとも SiN であり、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが少なくともフッ素系ガスと酸素を含んだ混合ガスである。

【0015】

請求項 6 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが SF_6 と O_2 を含んだ混合ガスを

含む。

【0 0 1 6】

請求項 7 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記エッチングストップ層が少なくとも有機物であり、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが少なくとも酸素を含む。

【0 0 1 7】

請求項 8 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記エッチングストップ層が少なくとも半導体素子の配線に使用される導電体である。

【0 0 1 8】

請求項 9 記載の半導体装置の製造方法は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法であって、前記導電体が少なくとも Al、Al-Si、Al-Si-Cu のいずれか 1 つを含み、前記第 2 のプラズマ発生用ガスが少なくとも塩素または塩素系のガスを含む。

【0 0 1 9】

請求項 1 0 記載の半導体ウェハの切断装置は、請求項 1 記載の半導体装置の製造方法で使用される半導体ウェハの切断装置であって、密閉空間を形成する処理室と、前記処理室において前記保護シートに密着する平面を備えた電極と、前記平面に前記保護シートを密着させた状態で前記半導体ウェハを前記電極に保持させる保持手段と、前記処理室内を減圧する減圧手段と、前記処理室内にプラズマ発生用ガスを供給するプラズマ発生用ガス供給部と、前記電極に高周波電圧を印加して前記処理室内に供給されたプラズマ処理用のガスをプラズマ状態に移行させる高周波電源部とを備え、前記プラズマ発生用ガス供給部は、前記第 1 のプラズマダイシング工程に用いられる第 1 のプラズマ発生用ガスと、前記第 1 のプラズマダイシング工程によって露呈した前記エッチングストップ層を前記第 1 のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能なプラズマを発生させる第 2 のプラズマ発生用ガスのいずれかを選択的に供給するガス選択手段を備えた。

【0 0 2 0】

本発明によれば、半導体ウェハの切断線に相当する位置に第1のプラズマ発生用ガスのプラズマによるエッチングレートが、シリコンを対象とした第1のプラズマ発生用ガスのプラズマによるエッチングレートよりも低い材質を含んだエッチングストップ層を形成しておき、第1のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてシリコンをエッチングする第1のプラズマダイシング工程の後に、この第1のプラズマダイシング工程により露呈したエッチングストップ層を第1のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第2のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてエッチングする第2のプラズマダイシング工程を行うことにより、プラズマエッチングによる半導体ウェハの切断において、保護シートへの熱ダメージを防止することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

（実施の形態1）

図1は本発明の実施の形態1のプラズマ処理装置の側断面図、図2は本発明の実施の形態1のプラズマ処理装置の下部電極の部分断面図、図3は本発明の実施の形態1の半導体ウェハの斜視図、図4は本発明の実施の形態1のプラズマ処理装置の断面図、図5は本発明の実施の形態1のプラズマ処理装置の制御系の構成を示すブロック図、図6は本発明の実施の形態1の半導体装置の製造方法の工程説明図、図7は本発明の実施の形態1のプラズマ処理方法のフロー図、図8は本発明の実施の形態1の半導体装置の製造方法におけるプラズマダイシングの工程説明図である。

【0022】

まず図1～図3を参照してプラズマ処理装置について説明する。このプラズマ処理装置は、複数の半導体素子が回路形成面（第1の面）に形成された半導体ウェハを半導体素子の個片毎に分割して、薄化された半導体装置を得る半導体装置の製造過程において使用されるものであり、半導体ウェハを切断する半導体ウェハの切断装置として用いられる。

【0023】

この半導体装置の製造過程においては、まず半導体ウェハの回路形成面に保護

シートが貼り付けられ、回路形成面の反対側の裏面には、半導体ウェハを半導体素子の個片毎に分割するための切断線を定めるマスクが形成される。そしてこの状態の半導体ウェハを対象として本プラズマ処理装置によって、プラズマダイシングが行われる。

【0 0 2 4】

図 1 において、真空チャンバ 1 の内部は上述の半導体ウェハを対象としたプラズマ処理を行う処理室 2 となっており、減圧下でプラズマを発生させるための密閉空間が形成可能となっている。処理室 2 内部の下方には下部電極 3 が配置されており、下部電極 3 の上方には上部電極 4 が下部電極 3 に対して対向配置されている。下部電極 3 および上部電極 4 はそれぞれ円筒形状であり、処理室 2 内において同心配置となっている。

【0 0 2 5】

下部電極 3 はアルミニウムなどの導電体によって製作されており、円盤状の電極部 3 a から下方に支持部 3 b を延出させた形状となっている。そして支持部 3 b を絶縁部材 5 を介して真空チャンバ 1 に保持させることにより、電氣的に絶縁された状態で装着されている。上部電極 4 は下部電極 3 と同様にアルミニウムなどの導電体で製作されており、円盤状の電極部 4 a から上方に支持部 4 b を延出させた形状となっている。

【0 0 2 6】

支持部 4 b は真空チャンバ 1 と電氣的に導通しており、電極昇降機構（図示省略）によって昇降可能となっている。上部電極 4 が下降した状態では、上部電極 4 と下部電極 3 との間には、プラズマ処理のためのプラズマ放電を発生させる放電空間が形成される。電極昇降機構は電極間距離変更手段として機能し、上部電極 4 を昇降させることにより、下部電極 3 と上部電極 4 との間の電極間距離を変更することができる。

【0 0 2 7】

次に、下部電極 3 の構造および処理対象の半導体ウェハについて説明する。下部電極 3 の電極部 3 a の上面は、半導体ウェハを載置する平面状の保持面（平面）となっており、保持面の外縁部には絶縁被覆層 3 f が設けられている。絶縁被

覆層 3 f はアルミナなどのセラミックによって形成されており、これにより、下部電極 3 の外縁部は放電空間内に発生したプラズマから絶縁され、異常放電の発生が防止される。

【0028】

図 2 は、プラズマダイシングが開始される前の半導体ウェハ 6 を下部電極 3 に載置した状態を示している。半導体ウェハ 6 の表面側（図 2 において下面側）には保護シート 30 が貼着されている。半導体ウェハ 6 を下部電極 3 上に載置した状態では、保護シート 30 は電極部 3 a の上面の保持面 3 g に密着する。保護シート 30 は、ポリオレフィン、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレートなどの絶縁体の樹脂を 100 μ m 程度の厚みの膜に形成した樹脂シートであり、保護シート 30 を半導体ウェハ 6 に貼り付けた状態において、保護シート 30 は、後述するように半導体ウェハ 6 を電極部 3 a の保持面 3 g によって静電吸着する際の誘電体として機能する。

【0029】

回路形成面の反対側（図 2 において上側）の裏面 2 b（第 2 の面）には、後述するプラズマダイシングにおける切断線を定めるマスクが形成されている。このマスクは、後述するように裏面を機械加工によって研削した後に、レジスト膜でパターニングすることにより形成され、これによりプラズマエッチングの対象となる切断線 31 b の部分を除く領域がレジスト膜 31 a で覆われる。レジスト膜 31 a を区分する切断線 31 b は、図 3 に示すダイシングライン 44 の位置に対応して形成される。

【0030】

ここで図 3 を参照して、半導体ウェハ 6 の構成について説明する。半導体ウェハ 6 はシリコンを材質とするウェハ基部層 40 を主体としており、半導体ウェハ 6 の回路形成面 6 a（第 1 の面）には、個片の半導体素子の回路を構成する活性層 41 が格子状配置で形成されている。この格子状配置において、各活性層相互を隔てる間隔は、プラズマダイシングにおける切断幅に対応した大きさとなっている。

【0031】

活性層 4 1 の上面には、回路形成面 6 a の全面を覆って S i O₂ 層 4 2 および保護層（パッシベーション層） 4 3 が重ねて形成されている。保護層 4 3 としては、S i N などのセラミック層やポリイミドなどの有機物層が用いられる。保護層 4 3 の上面に示す格子状のダイシングライン 4 4 は、半導体ウェハ 6 を各活性層 4 1 に対応した半導体素子の個片に区分するものであり、各活性層相互を隔てる位置に対応して設定される。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態においては、S i O₂ 層 4 2 および保護層 4 3 を、本来の機能のほかに、半導体ウェハ 6 をプラズマエッチングによって切断するプラズマダイシングにおいて、エッチングストップ層として機能させるようにしている。エッチングストップ層は、以下に説明するように、処理室 2 内部におけるエッチングレート分布のばらつきに起因する不具合を防止する機能を有するものである。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態に示すプラズマダイシングにおいては、半導体ウェハ 6 の全面をプラズマエッチングの対象とすることにより、半導体ウェハ 6 を一括して半導体素子の個片毎に分割するようにしている。このプラズマダイシングの過程において、エッチングレート分布の不均一によりエッチングは必ずしも半導体ウェハ 6 の全面にわたって均一には進行せず、半導体ウェハ 6 上における位置によってばらつきを生じる。

【 0 0 3 4 】

そしてエッチングレートが高い範囲においては、半導体ウェハ 6 のウェハ基部層 4 0 のエッチングが完了した後にも、他の範囲において同様にエッチングが完了するまで継続してプラズマの作用を受けることから、半導体ウェハ 6 に貼り付けられた保護シート 3 0 にまでプラズマの作用が及ぶことによる不具合が生じる。エッチングストップ層は、このようなエッチングの進行のばらつきを吸収するバッファ層としての機能を有するものである。

【 0 0 3 5 】

すなわち、プラズマダイシングにおいて切断の主対象となるシリコンのウェハ基部層 4 0 と保護シート 3 0 との間に、シリコンをエッチング対象として使用され

るプラズマ発生用ガスを用いたプラズマエッチングの進行を遅滞させる層（エッチングストップ層）を介在させることにより、保護シート 30 へのダメージを極小に抑えるようにしている。そして本実施の形態では、このエッチングストップ層として、半導体ウェハ 6 が本来有する SiO_2 層 42 や保護層 43 を用いるようにしている。

【0036】

図 2 に示すように、下部電極 3 には保持面 3 g に開口する吸着孔 3 e が複数設けられており、吸着孔 3 e は下部電極 3 の内部に設けられた吸引孔 3 c に連通している。吸引孔 3 c は図 1 に示すように、ガスライン切換バルブ 11 を介して真空吸着ポンプ 12 に接続されており、ガスライン切換バルブ 11 はチッソガスを供給する N_2 ガス供給部 13 に接続されている。ガスライン切換バルブ 11 を切り換えることにより、吸引孔 3 c を真空吸着ポンプ 12、 N_2 ガス供給部 13 に選択的に接続させることができる。

【0037】

吸引孔 3 c が真空吸着ポンプ 12 と連通した状態で真空吸着ポンプ 12 を駆動することにより、吸着孔 3 e から真空吸引して下部電極 3 に載置された半導体ウェハ 6 を真空吸着して保持する。したがって吸着孔 3 e、吸引孔 3 c、真空吸着ポンプ 12 は下部電極 3 の保持面 3 g に開口した吸着孔 3 e から真空吸引することにより、保護シート 30 を電極部 3 a の保持面 3 g に密着させた状態で、半導体ウェハ 6 を真空吸着により保持する吸着保持手段となっている。

【0038】

また吸引孔 3 c を N_2 ガス供給部 13 に接続させることにより、吸着孔 3 e から保護シート 30 の下面に対してチッソガスを噴出させることができるようになっている。後述するようにこのチッソガスは、保護シート 30 を保持面 3 g から強制的に離脱させる目的のブロー用ガスである。

【0039】

下部電極 3 には冷却用の冷媒流路 3 d が設けられており、冷媒流路 3 d は冷却機構 10 と接続されている。冷却機構 10 を駆動することにより、冷媒流路 3 d 内を冷却水などの冷媒が循環し、これによりプラズマ処理時に発生した熱によっ

て昇温した下部電極 3 や下部電極 3 上の保護テープ 3 0 が冷却される。冷媒流路 3 d および冷却機構 1 0 は、下部電極 3 を冷却する冷却手段となっている。

【0 0 4 0】

処理室 2 に連通して設けられた排気ポート 1 a には、排気切換バルブ 7 を介して真空ポンプ 8 が接続されている。排気切換バルブ 7 を排気側に切り換えて真空ポンプ 8 を駆動することにより、真空チャンバ 1 の処理室 2 内部が真空排気され、処理室 2 内が減圧される。処理室 2 は圧力センサ（図示省略）を備えており、この圧力センサの圧力計測結果に基づいて真空ポンプ 8 を制御することにより、処理室 2 内を所望の圧力に減圧することができる。真空ポンプ 8 は、処理室 2 内を所望の圧力に減圧する減圧手段となっている。排気切換バルブ 7 を大気開放側に切り換えることにより、処理室 2 内には大気が導入され、処理室 2 内部の圧力が大気圧に復帰する。

【0 0 4 1】

次に上部電極 4 の詳細構造について説明する。上部電極 4 は、中央の電極部 4 a と電極部 4 a を囲んで外周部に張り出して設けられた絶縁体からなる張出部 4 f を備えた構成となっている。張出部 4 f の外形は下部電極 3 よりも大きく、下部電極 3 よりも外側に広がった形状で配置されている。上部電極 4 の下面中央部には、ガス吹出部 4 e が設けられている。

【0 0 4 2】

ガス吹出部 4 e は、上部電極 4 と下部電極 3 の間の放電空間においてプラズマ放電を発生させるためのプラズマ発生用ガスを供給する。ガス吹出部 4 e は、内部に多数の微細孔を有する多孔質材料を円形の板状に加工した部材であり、ガス滞留空間 4 g 内に供給されたプラズマ発生用ガスを、これらの微細孔を介して放電空間内に満遍なく吹き出させて均一な状態で供給する。支持部 4 b 内には、ガス滞留空間 4 g に連通するガス供給孔 4 c が設けられており、ガス供給孔 4 c はガス流量調整部 1 9 を介して、以下に説明するプラズマ発生用ガス供給部に接続されている。

【0 0 4 3】

プラズマ発生用ガス供給部は、ガス切換バルブ 2 0、ウェハ基部層エッチング

用ガス供給部 21, SiO_2 層エッチング用ガス供給部 22, 保護層エッチング用ガス供給部 23 より構成され、プラズマダイシングにおいて使用される複数種類のプラズマ発生用ガスのいずれかを、ガス選択手段であるガス切換バルブ 20 によって選択的に切り換えて放電空間内に供給する。

【0044】

上述のプラズマ発生用ガスの供給において、ガス流量調整部 19 を後述する制御部 33 からの指令に従って制御することにより、放電空間内に供給されるガスの流量を任意に調整できるようになっている。これにより、プラズマ発生用ガス供給状態における処理室 2 内の圧力が、予め設定されたプラズマ処理条件および圧力センサによる処理室 2 内の圧力に基づいて制御される。したがって、ガス流量調整部 19 は、処理室 2 内の圧力を制御する圧力制御手段となっている。

【0045】

ウェハ基部層エッチングガス供給部 21 は、シリコンを材質とするウェハ基部層をエッチング対象とする場合に、六フッ化硫黄 (SF_6) や四フッ化炭素 (CF_4) とヘリウムガスの混合ガスなど、フッ素系のガス含んだ混合ガスをプラズマ発生用ガスとして供給する。ウェハ基部層エッチングガス供給部 21 は、フッ素系のガス含んだ混合ガスである第 1 のプラズマ発生用ガスを供給する第 1 のプラズマ発生用ガス供給手段となっている。

【0046】

SiO_2 層エッチング用ガス供給部 22 は、 SiO_2 層をエッチング対象とする場合に、水素結合を有するフッ素系ガス (例えば CHF_3) , またはフッ素系ガスと水素を含んだ混合ガス (例えば $\text{CF}_4 + \text{H}_2$) をプラズマ発生用ガスとして供給する。また保護層エッチング用ガス供給部 23 は、ポリイミドなどの有機物層をエッチング対象とする場合に、酸素を含んだ混合ガスをプラズマ発生用ガスとして供給する。また、保護層 43 として SiN 層を用いる場合には、フッ素系ガスと酸素を含んだ混合ガス (例えば $\text{CF}_4 + \text{O}_2$) をプラズマ発生用ガスとして供給する。これらのガスは、いずれも対象とする材質を高効率でエッチングできる特性を備えたガスである。

【0047】

ここで、エッチングレート比について説明する。上述のようにエッチングストップ層が機能するためには、シリコンをエッチングの対象として用いられるフッ素系のガスを含む混合ガス（第1のプラズマ発生用ガス）のプラズマを用いた場合のエッチングレートが低いことが求められる。このため、ここではエッチングストップ層として機能を果たすために適当な材質であるか否かを判定するため、材質適否判定のためのエッチングレート比を定義している。

【0048】

すなわち、基準材質としてのシリコンを対象として前述の第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレート r_0 に対する、エッチングストップ層を対象とした第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレート r の比 (r/r_0) でエッチングレート比 R を定義する。換言すれば、エッチングレート比 R は基準材質としてのシリコンをエッチング対象とした場合のエッチングレートを1としたときの、同一のプラズマ発生用ガスを用いて当該材質をプラズマエッチングしたときのエッチングレートを示すものであり、シリコンと比較してエッチングされやすい材質であるか否かを示す指標値である。

【0049】

例えば、エッチングレート比 R が1であれば、第1のプラズマ発生用ガスを用いてプラズマエッチングした場合に、シリコンと同一のエッチング効果が得られることを示しており、エッチングレート比 R が0.1であれば、シリコンの0.1倍しかエッチングされないことを示している。そしてここでは、エッチングレート比 R が0.6以下であれば、エッチングストップ層として使用可能であると判定する。

【0050】

本実施の形態に示す実際の材質例では、 SiO_2 、 SiN 、ポリイミドのエッチングレート比 R （実測結果より）は、それぞれ0.1, 0.05, 0.6である。すなわちこれらの材質はいずれも、第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマではエッチングされにくい材質であり、半導体ウェハ6の SiO_2 層42, 保護層43（ SiN またはポリイミド）は、いずれもエッチングストップ層として適切であると判定されている。

【0051】

このように、エッチングストップ層を設定する場合には、フッ素系の混合ガスを含む第1のプラズマ発生用ガスのプラズマによってエッチングされにくい材質が選定されるが、プラズマダイシングにおいては、ウェハ基部層40のみならず、エッチングストップ層も含めて半導体ウェハ6全体を効率よく切断する必要がある。このため、本実施の形態に示すプラズマ処理装置では、上述のようにエッチングストップ層をエッチングするのに適切な種類のガスを第2のプラズマ発生用ガスとして選定し、プラズマダイシング過程において第1のプラズマ発生用ガスと切り換えて使用するようにしている。

【0052】

すなわち、SiO₂層エッチング用ガス供給部22によって供給される水素結合を有するフッ素系ガス（例えばCHF₃）やフッ素系ガスと水素を含んだ混合ガス（例えばCF₄ + H₂）、保護層エッチング用ガス供給部23によって供給される酸素を含んだ混合ガスやフッ素系ガスと酸素を含んだ混合ガス（例えばCF₄ + O₂）は、エッチングストップ層を第1のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第2のプラズマ発生用ガスであり、SiO₂層エッチング用ガス供給部22および保護層エッチング用ガス供給部23は、第2のプラズマ発生用ガス供給手段となっている。

【0053】

ここでエッチングストップ層の適正厚みについて説明する。エッチングストップ層の適正厚みは、エッチングレート分布の不均一に起因するエッチング進行度合いのばらつきを吸収するバッファ機能を果たすのに最小限必要とされる必要厚みXに基づいて決定される。必要厚みXは、半導体ウェハ6のウェハ基部層40の厚みY、エッチングレート分布のばらつきZ（%）およびエッチングレート比Rの各数値を用いて、

$$X = Y \times 2Z / 100 \times R \cdots \text{(式1)}$$

の計算式を用いて求められる。ここでエッチングレート分布のばらつきZは、半導体ウェハ6をプラズマエッチングする際の、半導体ウェハ6上におけるエッチングレートのばらつきの度合いを示す指標である。例えば、ばらつきZが±10

%であれば、半導体ウェハ6の部分によってエッチング進行度合いに最大で20%の差が生じることを示している。

【0054】

(式1)によって求められたXは、エッチング完了時点におけるばらつきZに起因するエッチング進行度合いの差を吸収できるようなエッチングストップ層の厚みに相当し、エッチングレートが最も低い位置においてウェハ基部層40のエッチングが完了した時点で、エッチングレートが最も高い位置においてエッチングストップ層のエッチングが完了するような厚みに相当する。

【0055】

例えば、エッチング分布が±10%、ウェハ厚みYが50 μ m、エッチングレート比が0.1のSiO₂層を単層でエッチングストップ層として用いる場合には、必要なエッチングストップ層の厚みXは(式1)により、1 μ mで与えられる。すなわち、この厚みのエッチングストップ層を設けることにより、エッチングレートが最も低い位置でウェハ基部層のエッチングが完了したタイミングにおいて、最もエッチングレートが高い位置ではウェハ基部層に加えてエッチングストップ層のエッチングが完了することになる。

【0056】

図1において、下部電極3は、マッチング回路16を介して高周波電源部17に電氣的に接続されている。高周波電源部17を駆動することにより、接地部9に接地された真空チャンバ1と導通した上部電極4と下部電極3の間には高周波電圧が印加される。これにより、処理室2内部では上部電極4と下部電極3との間の放電空間においてプラズマ放電が発生し、処理室2内に供給されたプラズマ発生用ガスがプラズマ状態に移行する。マッチング回路16は、このプラズマ発生時において処理室2内のプラズマ放電回路と高周波電源部17のインピーダンスを整合させる。

【0057】

また下部電極3には、RFフィルタ15を介して静電吸着用DC電源部18が接続されている。静電吸着用DC電源部18を駆動することにより、図4(a)に示すように下部電極3の表面には、負電荷が蓄積される。そしてこの状態で図

4 (b) に示すように高周波電源部 17 を駆動して処理室 2 内にプラズマを発生させると (図中付点部 29 参照)、保持面 3g 上に保護シート 30 を介して載置された半導体ウェハ 6 と接地部 9 とを接続する直流印加回路 32 が処理室 2 内のプラズマを介して形成される。これにより、下部電極 3, RF フィルタ 15, 静電吸着用 DC 電源部 18, 接地部 9, プラズマ、半導体ウェハ 6 を順次結ぶ閉じた回路が形成され、半導体ウェハ 6 には正電荷が蓄積される。

【0058】

そして導電体より成る下部電極 3 の保持面 3g に蓄積された負電荷と、半導体ウェハ 6 に蓄積された正電荷との間には、誘電体としての絶縁層を含む保護シート 30 を介してクーロン力が作用し、このクーロン力によって半導体ウェハ 6 は下部電極 3 に保持される。このとき、RF フィルタ 15 は、高周波電源部 17 の高周波電圧が、静電吸着用 DC 電源部 18 に直接印加されることを防止する。なお、静電吸着用 DC 電源部 18 の極性は正負逆でもよい。

【0059】

上記構成において、静電吸着用 DC 電源部 18 は、下部電極 3 に直流電圧を印加することにより、保護シート 30 で隔てられた半導体ウェハ 6 と下部電極 3 の保持面 3g との間に作用するクーロン力を利用して、半導体ウェハ 6 を静電吸着する直流電圧印加手段となっている。すなわち、下部電極 3 に半導体ウェハ 6 を保持させる保持手段は、保持面 3g に開口する複数の吸着孔 3e を介して保護シート 30 を真空吸着する真空吸着手段と、上述の直流電圧印加手段との 2 種類を使い分けできるようになっている。

【0060】

処理室 2 の側面には、処理対象物の出し入れ用の開口部 (図示省略) が開閉自在に設けられている。半導体ウェハ 6 の搬入・搬出に際しては、電極昇降機構により上部電極 4 を上昇させて下部電極 3 上に搬送用のスペースを確保した状態で、ウェハ搬送機構によって開口部を介して半導体ウェハ 6 の出し入れが行われる。

【0061】

次に図 5 を参照して、プラズマ処理装置の制御系の構成について説明する。図

5において、制御部33には各種のデータや処理プログラムを記憶する記憶部34が接続されており、記憶部34はプラズマ処理条件34aや、プラズマ処理の動作プログラム34bを記憶する。操作・入力部35はキーボードなどの入力手段であり、プラズマ処理条件などのデータ入力や操作コマンドの入力を行う。表示部36はディスプレイ装置であり、操作入力時の案内画面などの表示を行う。

【0062】

動作プログラム34bに基づいて実行されるプラズマ処理動作においては、制御部33が、ガス切換バルブ22，ガス流量調整部19，ガスライン切換バルブ11、高周波電源部17，静電吸着用DC電源部18，排気切換バルブ18，真空ポンプ8，真空吸着ポンプ12，扉開閉機構26，電極昇降機構24の各部を制御する。このとき、圧力センサ28の圧力検出結果および上述のプラズマ処理条件34aに基づいて、制御部33がガス切換バルブ22，ガス流量調整部19を制御することにより、プラズマ処理条件にしたがってガスの種類・圧力が設定される。

【0063】

このプラズマ処理装置は上記のように構成されており、以下このプラズマ処理装置を用いて行われる半導体装置の製造方法およびこの製造方法の過程において行われるプラズマダイシングについて、図6に沿って各図を参照しながら説明する。

【0064】

まず図6(a)において、6は複数の半導体素子が形成され機械加工によって薄化された状態の半導体ウェハを示しており、前工程の薄化工程において100 μ m以下の厚みまで薄化されている。半導体ウェハ6の回路形成面6aには薄化工程に先立って、予め図3に示すSiO₂層42および保護層43がエッチングストップ層として形成されており、半導体ウェハ6を個片ごとに区分して設定された切断線に相当する位置を含めて半導体ウェハ6の全面を覆って形成されている。SiO₂層42および保護層43は、第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるエッチングレートが、第1のプラズマ発生用ガスを用いたプラズマによるシリコンを対象としたエッチングレートよりも低い材質を含んだものとな

っている。

【0065】

図6(a)に示すように、半導体ウェハ6には薄化工程に先立って回路形成面(第1の面)6aには保護シート30が貼付けられる。このとき、このとき保護シート30は、回路形成面6aの全面を覆い且つ半導体ウェハ6から外側にはみ出すことのないよう、半導体ウェハ6の外形形状と同じ形状に整形したものが用いられる。これにより、後工程のプラズマ処理において保護シート30がプラズマに対して露呈することがなく、プラズマによる保護シート30のダメージを防止することができる。

【0066】

薄化工程後の半導体ウェハ6の回路形成面6aの裏面6b(第2の面)には、レジスト膜31が半導体ウェハ6の全面を覆って形成される。このレジスト膜31は、半導体ウェハ6を半導体素子の個片毎に分割する切断線を定めるマスクを形成するためのものであり、レジスト膜31をフォトリソグラフィによってパターンニングして、切断線31bに相当する部分のみを除去する。これにより、図6(b)に示すように、半導体ウェハ6の裏面には切断線31bの部分を除く領域がレジスト膜31aによって覆われたマスクが形成され、この状態のマスク付きの半導体ウェハ6が、プラズマ処理の対象となる。

【0067】

以下、このマスク付きの半導体ウェハ6を対象としたプラズマ処理方法について、図7のフローに沿って図8を参照して説明する。まずマスク付きの半導体ウェハ6が処理室2内に搬入される(ST1)。次いで、真空吸着ポンプ12を駆動して吸着孔3eから真空吸引し、半導体ウェハ6の真空吸着をON状態にするとともに、静電吸着用DC電源部18をON状態にする(ST2)。この真空吸着により、処理室内2において保護シート30を下部電極3の保持面3gに密着させた状態で、半導体ウェハ6を下部電極3によって保持する。図8(a)は、この状態における半導体ウェハ6を示しており、保護シート30は半導体ウェハ6の回路形成面6a側の保護層43の表面に貼り付けられている。

【0068】

この後、処理室 2 の扉が閉じられ、上部電極 4 が下降する（S T 3）。これにより、上部電極 4 と下部電極 3 との間の電極間距離は、プラズマ処理条件に示す電極間距離に設定される。次いで真空ポンプ 8 を作動させ、処理室 2 内の減圧を開始する（S T 4）。処理室 2 内が所定の真空度に到達したならば、第 1 のプラズマ発生用ガス供給部 21 から六フッ化硫黄とヘリウムの混合ガスより成る半導体ウェハ基部層エッチング用ガスを供給する（S T 5）。

【0069】

そして処理室 2 内の圧力がプラズマ処理条件に示すガス圧力に到達したならば、高周波電源部 18 を駆動して上部電極 4 と下部電極 3 との間に高周波電圧を印加し、プラズマ放電を開始する（S T 6）。これにより、上部電極 4 と下部電極 3 との間の放電空間において、六フッ化硫黄などのフッ素系のガスを含むウェハ基部層用ガスをプラズマ状態に移行させる。

【0070】

このプラズマ発生により、フッ素系ガスのプラズマが第 2 の面側（裏面側）から半導体ウェハ 6 に照射される。このプラズマの照射により、半導体ウェハ 6 の主材質であるシリコンのうち、レジスト膜 31a に覆われていない切断線 31b の部分が、フッ素系ガスのプラズマによってプラズマエッチングされる。そしてこのプラズマエッチングが進行することにより、図 8（b）に示すようにウェハ基部層 40 には切断線 31b の部分のみに切断溝 6d が形成される。

【0071】

これとともに、プラズマによって上部電極 4 と下部電極 3 との間の放電空間には直流印加回路が形成される（図 3 参照）。これにより、下部電極 3 と半導体ウェハ 6 との間には静電吸着力が発生し、半導体ウェハ 6 は下部電極 3 に静電吸着力により保持される。このため保護シート 30 は下部電極 3 の保持面 3g に良好に密着し、半導体ウェハ 6 はプラズマ処理過程において安定して保持されるとともに、下部電極 3 に備えられた冷却機能によって保護シート 30 が良好に冷却され、プラズマ放電によって発生する熱による熱ダメージが防止される。

【0072】

このようにしてプラズマダイシングが開始されてプラズマに露呈された切断線

31bの部分がプラズマエッチングされることにより、切断溝6dが半導体ウェハ6の内部に向かって形成される。図8(b)は、プラズマ処理時間が経過して切断溝6dの形成が進行した状態を示している。このとき処理室2内におけるエッチングレート分布の不均一に起因して、切断溝31bによってプラズマエッチングの進行にばらつきが生じる。

【0073】

例えば、図8(b)においては、エッチングレートが高い範囲にある右側の切断線31bの位置では切断溝6dは既にウェハ基部層40の全厚みを切断してさらに下方まで形成され、さらにSiO₂層42にもプラズマエッチングが進行している。これに対し、エッチングレートが低い範囲にある左側の切断線31bの位置では切断溝6dは未だウェハ基部層40の下面まで到達しておらず、切断が未完了の状態にある。

【0074】

図8(b)の状態において2つの切断線31bに対してプラズマエッチングが継続して行われると、ここでフッ素系ガスであるウェハ基部層用ガスのプラズマのSiO₂層42に対するエッチングレートは低いため、右側の切断線31bでの切断溝6dのSiO₂層42内での進行は、左側の切断線31bでの切断溝6dのウェハ基部層40内での進行と比較して遅い。したがって、エッチングレートが低い範囲にある切断線31bでウェハ基部層40が完全に切断される以前に、エッチングレートが高い位置でSiO₂層42が先に切断されてしまう事態が発生しない。このようにしてウェハ基部層40のプラズマダイシングが完了したならば、プラズマ放電を停止する(ST7)。

【0075】

そしてSiO₂層エッチング用ガスを供給し(ST8)、次いでプラズマ放電を開始して(ST9)、SiO₂層42のプラズマエッチングを行う。これにより図6(c)に示すように、左右2つの切断線31bにおいて切断溝6dがSiO₂層42を貫通して保護層43との境界線にまで到達する。SiO₂層42のプラズマダイシングが完了したならば、プラズマ放電を停止する(ST7)。

【0076】

そして保護層エッチング用ガスを供給し（ST8）、次いでプラズマ放電を開始して（ST9）、保護層43のプラズマエッチングを行う。そして保護層43のプラズマエッチングが終了したならば、プラズマ放電を停止する（ST13）。そして図8（d）に示すように、切断溝6dがウェハ基部層40、SiO₂層42および保護層43を貫通して半導体ウェハ6の全厚みに到達することにより、半導体ウェハ6は半導体素子6cの個片毎に分割される（図6（c）参照）。

【0077】

すなわち、上記プラズマダイシングは、第2の面側より第1のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてシリコンをエッチングする第1のプラズマダイシング工程と、第1のプラズマダイシング工程により露呈したエッチングストップ層を第1のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第2のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてエッチングする第2のプラズマダイシング工程とを含む形態となっている。

【0078】

このプラズマダイシングの進行過程では、ウェハ基部層40と保護シート30との間には、エッチングストップ層としてのSiO₂層42および保護層43が介在していることから、以下のような効果を得る。

【0079】

まずウェハ基部層40のシリコンを対象とする第1のプラズマダイシング工程においては、エッチングレートの低い範囲でのシリコンのエッチングが完了するまで、エッチングレートの高い範囲においてはエッチングストップ層がプラズマエッチングの進行を抑制し、エッチングレートの低い範囲においてシリコンのエッチングが完了するまで、保護シート30にプラズマの作用が直接及ぶことがない。

【0080】

そしてエッチングストップ層を対象とする第2のプラズマエッチング工程においては、エッチングストップ層が本来薄い層であり、しかも高いエッチングレートを実現可能なプラズマ発生用ガスをエッチングストップ層の組成に応じて選定して用いることから、エッチングは短時間で速やかに完了する。このため、エッ

チングレートが高い範囲においてエッチングストップ層が完全に除去された後に、エッチングレートが低い範囲で引き続いてエッチングが行われる結果保護シート30がプラズマに直接露呈される状態は極めて短時間しか発生しない。

【0081】

したがって、エッチングレートの不均一さに起因して生じる前述の不具合、すなわち保護シート30がプラズマエッチングの過程においてプラズマに直接曝されて過度に加熱されることによる不具合を生じることなく、良好なプラズマダイシングを行うことができる。

【0082】

この後、真空ポンプ8の作動を停止し（ST14）、排気切換バルブ7を切り換えて大気開放を行う（ST15）。これにより、処理室2内の圧力が大気圧に復帰する。そして真空吸着をOFF状態にするとともに、静電吸着用DC電源部18をOFFにする（ST16）。これにより、半導体素子6cの個片毎に分割され保護テープ30に保持された状態の半導体ウェハ6の吸着保持が解除される。

【0083】

そしてその後、プラズマ処理後の半導体ウェハ6の搬出が行われる（ST17）。すなわち、吸着孔3eからチッソガスをブローしながら、吸着ヘッド27によって半導体ウェハ6を吸着保持して処理室2の外へ搬出する。プラズマダイシングにおいては、保護シート30は前述のように半導体ウェハ6によって全面を覆われており、プラズマに露呈されることによる熱変形などのダメージが発生しない。従って、保護シート30は保持面3gおよび半導体ウェハ6に常に良好に密着し、保護シートとしての機能を良好に果たすことができる。

【0084】

そして、保護シート30とともに搬出された半導体ウェハ6は、マスク除去工程に送られ、図6（d）に示すように、個片の半導体素子6cからレジスト膜31aが除去される。その後半導体ウェハ6はシート剥離工程に送られ、半導体素子6cの個片毎に分割して得られた半導体装置の回路形成面6aから、保護シート30を剥離する（シート剥離工程）。このシート剥離は、図6（e）に示すよ

うに、保持用の粘着シート 37 を半導体素子 6c の裏面に貼り付けて各半導体素子 6c を粘着シート 37 に保持させた後に行われる。

【0085】

上記説明したように、本実施の形態に示す半導体ウェハ 6 のプラズマダイシングにおいては、回路形成面に重ねて形成される SiO_2 層 42 および保護層 43 をエッチングの進行を抑制するエッチングストップ層として利用するようにしている。これにより、ウェハ基部層 40 のシリコンを対象とする第 1 のプラズマダイシング工程においては、エッチングストップ層がエッチングレート分布のばらつきに起因するエッチング進行度合いの差を緩和するバッファ層として機能する。

【0086】

そしてエッチングストップ層としての SiO_2 層 42 および保護層 43 を対象とする第 2 のプラズマエッチング工程においては、 SiO_2 層 42 および保護層 43 をが本来薄い層であり、しかも高いエッチングレートを実現可能なプラズマ発生用ガスを選定して用いることから、エッチングは短時間で速やかに完了し、保護シート 30 がプラズマに直接露呈される状態は極めて短時間しか発生しない。

【0087】

これにより、従来のプラズマダイシングにおいて未解決の課題であったエッチングレートの不均一に起因する保護シートへの熱ダメージ、すなわちエッチングレートが高い範囲において、半導体ウェハのシリコンがエッチングされた後においてもエッチングが継続して行われる結果、半導体ウェハ下面側の保護シートがプラズマに直接曝されることによる熱ダメージを極小に抑制することができる。

【0088】

(実施の形態 2)

図 9 は本発明の実施の形態 2 の半導体ウェハの斜視図である。実施の形態 1 では、 SiO_2 層 42 および保護層 43 の 2 層をエッチングストップ層として用いる例を示したが、本実施の形態 2 では、エッチングストップ層として、 SiO_2 層 42 または保護層 43 を単独で用いる例、さらには半導体素子の活性層形成工

程において使用する導電体をエッチングストップ層として利用する例を示している。

【0089】

図9(a)において、半導体ウェハ61は半導体ウェハ6と同様にシリコンを材質とするウェハ基部層40を主体としており、半導体ウェハ61の回路形成面61a(第1の面)には、個片の半導体素子の回路を構成する活性層41が格子状配置で形成されている。活性層41の上面には、各活性層41を個別に覆って、個別SiO₂層42aが形成され、各個別SiO₂層42aの間は、ダイシングラインに相当する位置に形成された溝状隙間42bとなっている。

【0090】

回路形成面61aの前面には、個別SiO₂層42aおよび溝状隙間42bを覆って保護層43が形成されている。保護層43は実施の形態1と同様組成であり、個別SiO₂層42aを隔てる溝状隙間42bの部分では、保護層43は溝状隙間42b内に凹入し、保護膜43の上面にはダイシングラインに相当する線に沿って線状凹部43bが形成されている。

【0091】

この半導体ウェハ61を対象としたプラズマダイシングの進行過程について、図10を参照して説明する。図10(a)は、プラズマダイシング開始前の状態における半導体ウェハ6を示している。マスクの切断線31bの位置に対応した溝状隙間42b内には保護層43が凹入しており、この凹入部分は線状凹部43bとなっている。また保護シート30は半導体ウェハ61の回路形成面61a側の保護層43の表面に貼り付けられている。

【0092】

プラズマダイシングが開始され、ウェハ基部層用ガスのプラズマによるプラズマエッチングが開始されると、フッ素系ガスのプラズマがマスク側(レジスト膜31a側)から半導体ウェハ6に照射され、実施の形態1と同様にウェハ基部層40には図10(b)に示すように切断線31bの部分のみに切断溝61dが形成される。図10(b)は、プラズマエッチングが開始された後、プラズマ処理時間が経過して切断溝61dの形成が進行した状態を示している。

【0093】

このとき実施の形態1と同様に処理室2内におけるエッチングレート分布の不均一に起因して、切断溝31bによってプラズマエッチングの進行にばらつきが生じる。図10(b)に示すように、エッチングレートが高い範囲にある右側の切断線31bの位置で切断溝61dが既にウェハ基部層40の全厚みを切断して下端部が溝状隙間42b内の保護膜43に到達する位置まで形成されている。この時点において、エッチングレートが低い範囲にある左側の切断線31bの位置では切断溝61dは未だウェハ基部層40の下面まで到達しておらず、切断が未完了の状態にある。

【0094】

この後ウェハ基部層40の切断が完了すると、プラズマの作用が溝状隙間42b内の保護膜43におよび、切断溝61dは保護膜43へ進入を開始する。図10(c)は、エッチングレートが低い範囲にある左側の切断線31bの位置において、切断溝61dがウェハ基部層40の全厚みを貫通して、下端部が溝状隙間42b内の保護膜43に到達している。

【0095】

この状態で、プラズマ発生用ガスの切換が行われ、保護層エッチング用ガスがプラズマ発生用ガスとして供給される。これにより、有機物よりなる保護層43は、酸素を含むガスのプラズマによって速やかにプラズマエッチングされ、図10(d)に示すように、切断溝61dがウェハ基部層40、SiO₂層42および保護層43を貫通して半導体ウェハ61の全厚みに到達することにより、半導体ウェハ61は半導体素子61cの個片毎に分割される。

【0096】

次に図9(b)に示す半導体ウェハ62について説明する。図9(b)において、半導体ウェハ62は半導体ウェハ6と同様にシリコンを材質とする基部層40を主体としており、半導体ウェハ62の回路形成面62a(第1の面)には、個片の半導体素子の回路を構成する活性層41が格子状配置で形成されている。活性層41の上面には、回路形成面61aの全面を覆ってSiO₂層42が形成されており、SiO₂層42の上面には各活性層41を個別に覆う配置で、

個別保護層 43a が重ねて形成されている。各個別保護層 43a の間は、ダイシングラインに相当する位置に形成された溝部 43c となっている。

【0097】

この半導体ウェハ 62 を対象としたプラズマダイシングの進行過程について、図 11 を参照して説明する。図 11 (a) は、プラズマダイシング開始前の状態における半導体ウェハ 62 を示しており、マスクの切断線 31b の位置に対応して、個別保護層 43a の間には溝部 43c が設けられている。また保護シート 30 は半導体ウェハ 62 の回路形成面 62a 側の個別保護層 43a の表面に貼り付けられている。

【0098】

プラズマダイシングが開始され、ウェハ基部層用ガスのプラズマによるプラズマエッチングが開始されると、フッ素系ガスのプラズマがマスク側（レジスト膜 31a 側）から半導体ウェハ 62 に照射され、実施の形態 1 と同様にウェハ基部層 40 には図 11 (b) に示すように切断線 31b の部分のみに切断溝 61d が形成される。図 11 (b) は、プラズマエッチングが開始された後、プラズマ処理時間が経過して切断溝 61d の形成が進行した状態を示している。

【0099】

このとき実施の形態 1 と同様に処理室 2 内におけるエッチングレート分布の不均一に起因して、切断溝 31b によってプラズマエッチングの進行にばらつきが生じる。図 11 (b) に示すように、エッチングレートが高い範囲にある右側の切断線 31b の位置で切断溝 62d が既にウェハ基部層 40 の全厚みをほぼ切断して下端部が SiO₂ 層 42 に到達する位置まで形成されている。これに対し、エッチングレートが低い範囲にある左側の切断線 31b の位置では切断溝 62d は未だウェハ基部層 40 の下面まで到達しておらず、切断が未完了の状態にある。

【0100】

そしてウェハ基部層 40 の切断が完了すると、プラズマの作用が SiO₂ 層 42 に及ぶようになる。図 11 (c) は、エッチングレートが低い範囲にある左側の切断線 31b の位置において切断溝 62d がウェハ基部層 40 の全厚みを貫通

して下端部が SiO_2 層に到達した状態を示している。この状態では、右側の切断溝62dは既に SiO_2 層42に進入している。

【0101】

この状態で、プラズマ発生用ガスの切換が行われ、 SiO_2 層エッチング用ガスが第2のプラズマ発生用ガスとして供給される。これにより、 SiO_2 層42は水素結合を有するフッ素系ガスのプラズマによって速やかにプラズマエッチングされ、図11(d)に示すように、切断溝62dがウェハ基部層40、 SiO_2 層42を貫通して予め形成された溝部43cとつながることにより、半導体ウェハ62は半導体素子62cの個片毎に分割される。

【0102】

次に図9(c)に示す半導体ウェハ63について説明する。図9(c)において、半導体ウェハ63は半導体ウェハ6と同様にシリコンを材質とする基部層40を主体としており、半導体ウェハ63の回路形成面63a(第1の面)には、個片の半導体素子の回路を構成する活性層41が格子状配置で形成されている。各活性層41の間には、導体層41aが形成されている。

【0103】

この導体層41aは活性層41の配線のための回路形成工程において同時に形成されるものであり、アルミニウム(Al)、アルミニウム-シリコン合金(Al-Si)、アルミニウム-シリコン-銅合金(Al-Si-Cu)などの導電体のいずれか1つを含んだ組成となっている。この導体層41aをエッチングストップ層として利用することにより、新たに別途工程を付加することなくエッチングストップ層形成が行えるという利点がある。

【0104】

各活性層41の上面には、各活性層41を個別に覆って、個別 SiO_2 層42a、個別保護層43aが重ねて形成されている。各個別 SiO_2 層42a、個別保護層43aのそれぞれの間は、ダイシングラインに相当する位置に形成された溝部42c、43cとなっている。

【0105】

この半導体ウェハ63を対象としたプラズマダイシングの進行過程について、

図 12 を参照して説明する。図 12 (a) は、プラズマダイシング開始前の状態における半導体ウェハ 63 を示しており、マスクの切断線 31b の位置に対応して、導体層 41a、溝部 42c、43c が設けられている。また保護シート 30 は半導体ウェハ 63 の回路形成面 63a 側の個別保護層 43a の表面に貼り付けられている。

【0106】

プラズマダイシングが開始され、ウェハ基部層用ガスのプラズマによるプラズマエッチングが開始されると、フッ素系ガスのプラズマがマスク側から半導体ウェハ 63 に照射され、実施の形態 1 と同様にウェハ基部層 40 には図 12 (b) に示すように切断線 31b の部分のみに切断溝 63d が形成される。図 12 (b) は、プラズマエッチングが開始された後、プラズマ処理時間が経過して切断溝 63d の形成が進行した状態を示している。

【0107】

このとき実施の形態 1 と同様に処理室 2 内におけるエッチングレート分布の不均一に起因して、切断溝 31b によってプラズマエッチングの進行にばらつきが生じ、図 12 (b) に示すように、エッチングレートが高い範囲にある右側の切断線 31b の位置で切断溝 63d が既に導体層 41a に到達する位置まで形成された時点において、エッチングレートが低い範囲にある左側の切断線 31b の位置では、切断溝 63d は未だウェハ基部層 40 の途中までしか到達していない。

【0108】

この後ウェハ基部層 40 の切断が完了すると、切断溝 63d は導体層 41a に到達するが、第 1 のプラズマ発生用ガスによる導体層 41a のエッチングレートは低いため、図 12 (c) に示すように、左側の切断溝 63d が導体層 41a に到達した時点においても、右側の切断溝 63d は導体層 41a 内にほとんど進入していない。

【0109】

そしてこの状態で、プラズマ発生用ガスの切換が行われ、塩素または塩素系のガス（例えば BCl_3 ）を含む混合ガスが第 2 のプラズマ発生用ガスとして供給される。これにより、導体層 41a は塩素系ガスのプラズマによって速やかにプ

ラズマエッチングされ、図 12 (d) に示すように、切断溝 63d が予め形成された溝部 42b、43b とつながることにより、半導体ウェハ 63 は半導体素子 63c の個片毎に分割される。

【0110】

上記説明したように、本実施の形態 2 の各実施例に示す半導体ウェハ 6 のプラズマダイシングにおいては、回路形成面に重ねて形成される SiO_2 層 42、保護層 43 および導体層 41a のいずれかをエッチングの進行を抑制するエッチングストップ層として利用するようにしている。これにより、ウェハ基部層 40 のシリコンを対象とする第 1 のプラズマダイシング工程においては、実施の形態 1 と同様にエッチングストップ層がエッチングレート分布のばらつきに起因するエッチング進行度合いの差を緩和するバッファ層として機能する。

【0111】

そしてエッチングストップ層としての SiO_2 層 42、保護層 43 および導体層 41a のいずれかを対象とする第 2 のプラズマエッチング工程においては、これらの層がいずれも本来薄い層であり、しかも高いエッチングレートを実現可能なプラズマ発生用ガスを選定して用いることから、エッチングは短時間で速やかに完了し、保護シート 30 がプラズマに直接露呈される状態は極めて短時間しか発生しない。

【0112】

これにより、従来のプラズマダイシングにおいて未解決の課題であったエッチングレートの不均一に起因する保護シートへの熱ダメージ、すなわちエッチングレートが高い範囲において、半導体ウェハのシリコンがエッチングされた後においてもエッチングが継続して行われる結果、半導体ウェハ下面側の保護シートがプラズマに直接曝されることによる熱ダメージを極小に抑制することができる。

【0113】

上記説明したように、各実施の形態に示す半導体装置の製造方法においては、半導体ウェハのダイシングラインに相当する位置に、フッ素系ガスのプラズマによるエッチングレートが、シリコンを対象としたエッチングレートよりも低い材質を含んだエッチングストップ層を形成しておき、第 1 のプラズマ発生用ガスで

あるフッ素系ガスを含む混合ガスを用いてシリコンよりなるウェハ基部層をエッチングする第1のプラズマダイシング工程の後に、この第1のプラズマダイシング工程により露呈した SiO_2 層や保護層などのエッチングストップ層を、フッ素系ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第2のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてエッチングする第2のプラズマダイシング工程を行うようにしたものである。

【0114】

これにより、ウェハ基部層をエッチングする過程においてエッチングレート分布の不均一に起因して発生するエッチング進行度合いのばらつきを、エッチングストップ層のバッファ機能によって吸収することができる。そしてエッチングストップ層を対象としたエッチングにおいては、エッチングストップ層の組成に応じて高いエッチングレートが実現可能なプラズマ発生用ガスを選定して用いることにより、短時間で速やかにエッチングを完了することができる。したがって、半導体ウェハのエッチング完了後もなお保護シートへプラズマの作用が及ぶことによる保護シートへの熱ダメージを防止することができる。

【0115】

【発明の効果】

本発明によれば、半導体ウェハの切断線に相当する位置に第1のプラズマ発生用ガスのプラズマによるエッチングレートが、シリコンを対象とした第1のプラズマ発生用ガスのプラズマによるエッチングレートよりも低い材質を含んだエッチングストップ層を形成しておき、第1のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてシリコンをエッチングする第1のプラズマダイシング工程の後に、この第1のプラズマダイシング工程により露呈したエッチングストップ層を第1のプラズマ発生用ガスのプラズマよりも高いエッチングレートでエッチング可能な第2のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いてエッチングする第2のプラズマダイシング工程を行うようにしたので、プラズマエッチングによる半導体ウェハの切断において、保護シートへの熱ダメージを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態 1 のプラズマ処理装置の側断面図

【図 2】

本発明の実施の形態 1 のプラズマ処理装置の下部電極の部分断面図

【図 3】

本発明の実施の形態 1 の半導体ウェハの斜視図

【図 4】

本発明の実施の形態 1 のプラズマ処理装置の断面図

【図 5】

本発明の実施の形態 1 のプラズマ処理装置の制御系の構成を示すブロック図

【図 6】

本発明の実施の形態 1 の半導体装置の製造方法の工程説明図

【図 7】

本発明の実施の形態 1 のプラズマ処理方法のフロー図

【図 8】

本発明の実施の形態 1 の半導体装置の製造方法におけるプラズマダイシングの
工程説明図

【図 9】

本発明の実施の形態 2 の半導体ウェハの斜視図

【図 1 0】

本発明の実施の形態 2 の半導体装置の製造方法におけるプラズマダイシングの
工程説明図

【図 1 1】

本発明の実施の形態 2 の半導体装置の製造方法におけるプラズマダイシングの
工程説明図

【図 1 2】

本発明の実施の形態 2 の半導体装置の製造方法におけるプラズマダイシングの
工程説明図

【符号の説明】

2 処理室

3 下部電極

4 上部電極

6、6 1、6 2、6 3 半導体ウェハ

6 a、6 1 a、6 2 a、6 3 a 回路形成面

6 c、6 1 c、6 2 c、6 3 c 半導体素子

6 d、6 1 d、6 2 d、6 3 d 切断溝

2 1 ウェハ基部層用エッチングガス供給部

2 2 S i O₂ 層用エッチングガス供給部

2 3 保護層用エッチングガス供給部

3 0 保護シート

3 1 レジスト膜

3 1 b 切断線

4 1 活性層

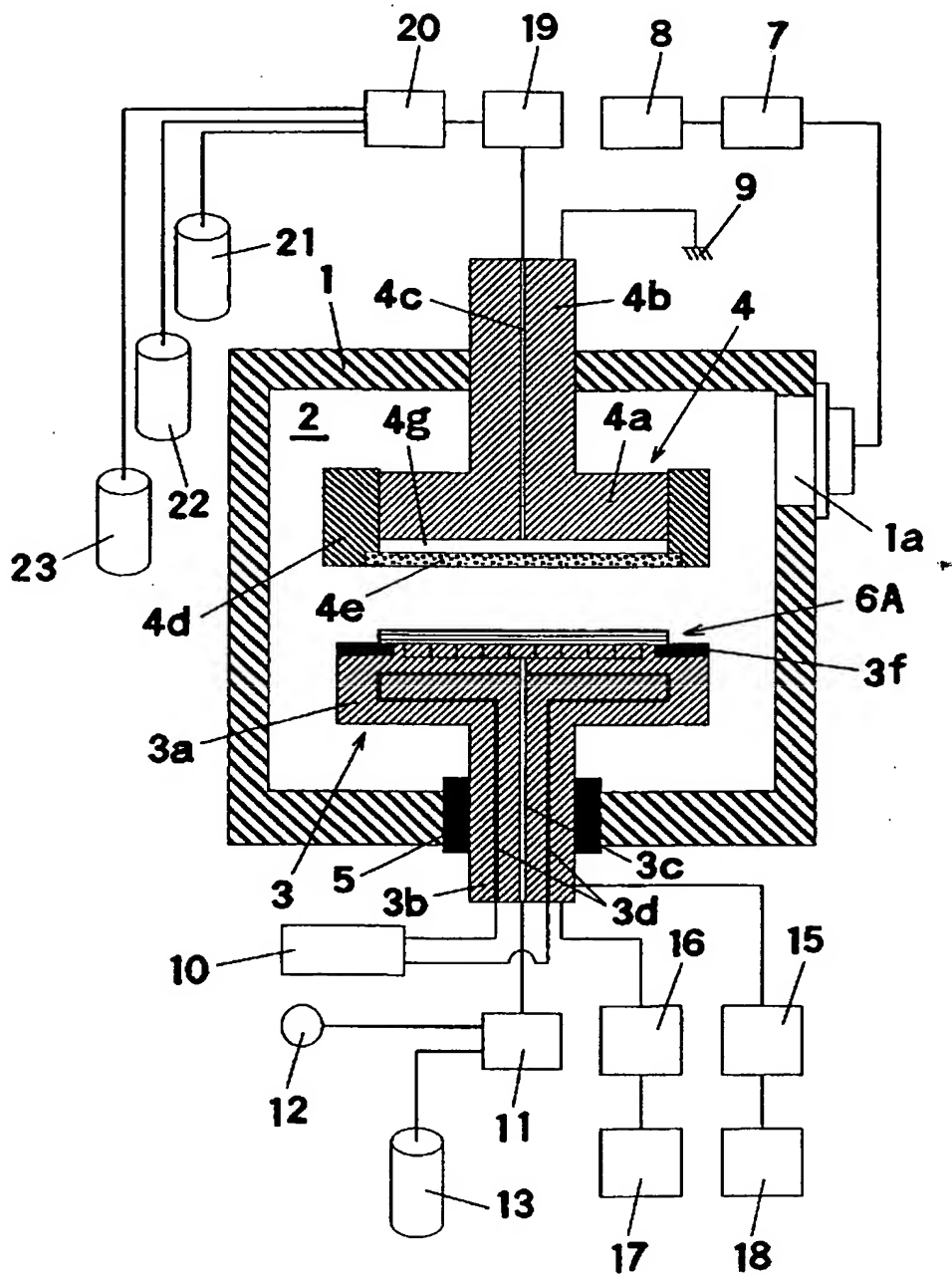
4 2 S i O₂ 層

4 3 保護層

【書類名】

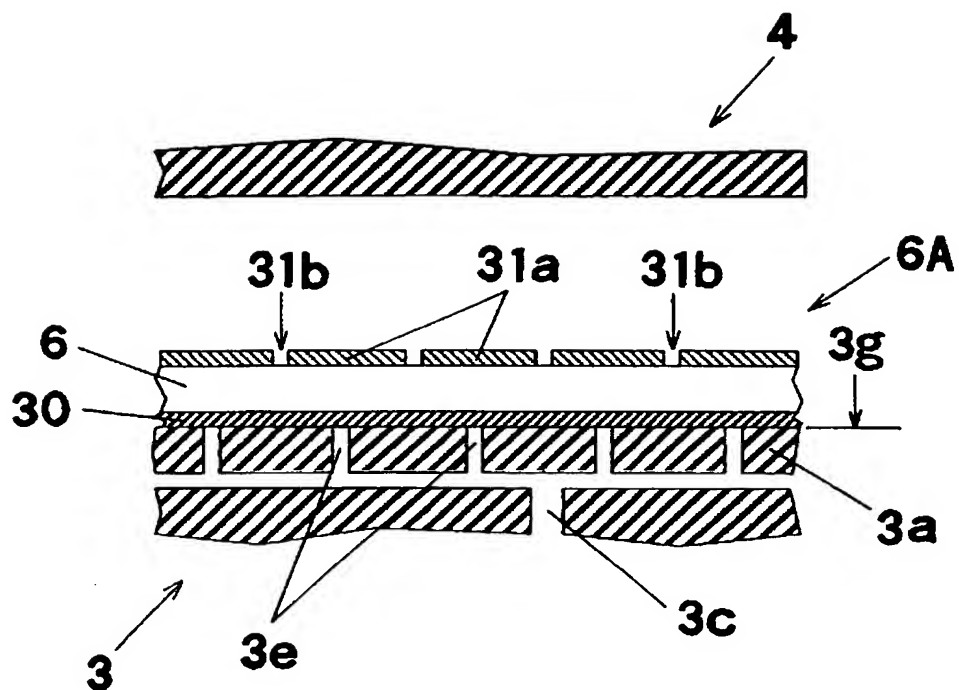
図面

【図 1】



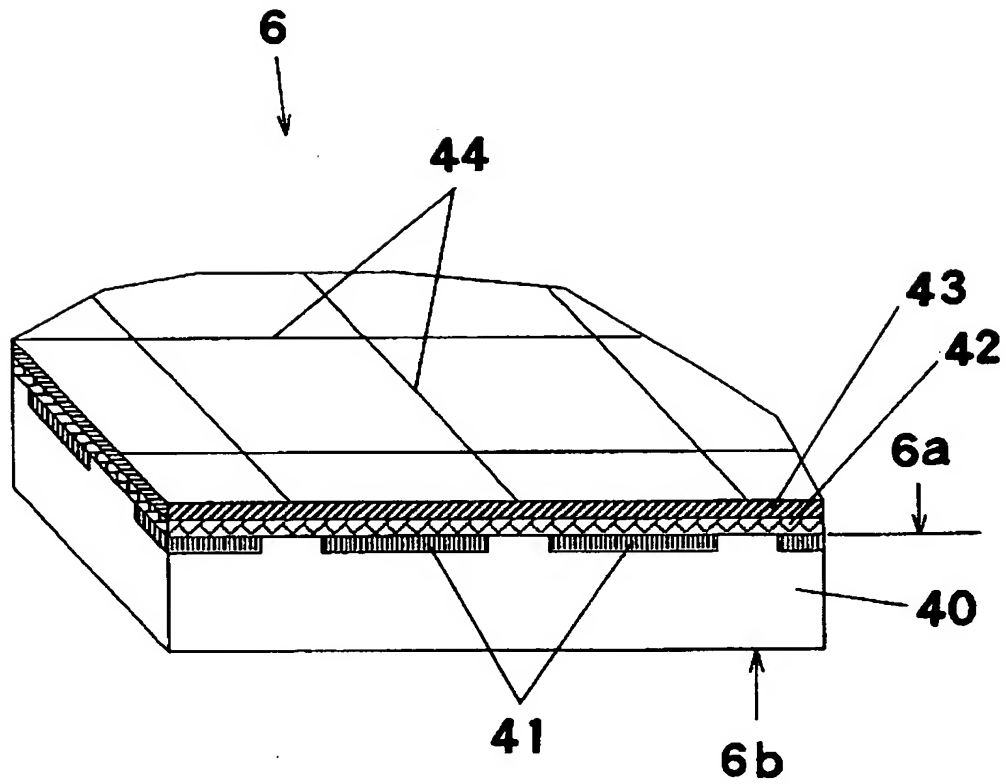
- | | | | |
|---|------|----|-------------------------------|
| 2 | 処理室 | 21 | ウェハ基部層用エッチングガス供給部 |
| 3 | 下部電極 | 22 | SiO ₂ 層用エッチングガス供給部 |
| 4 | 上部電極 | 23 | 保護層用エッチングガス供給部 |

【図 2】



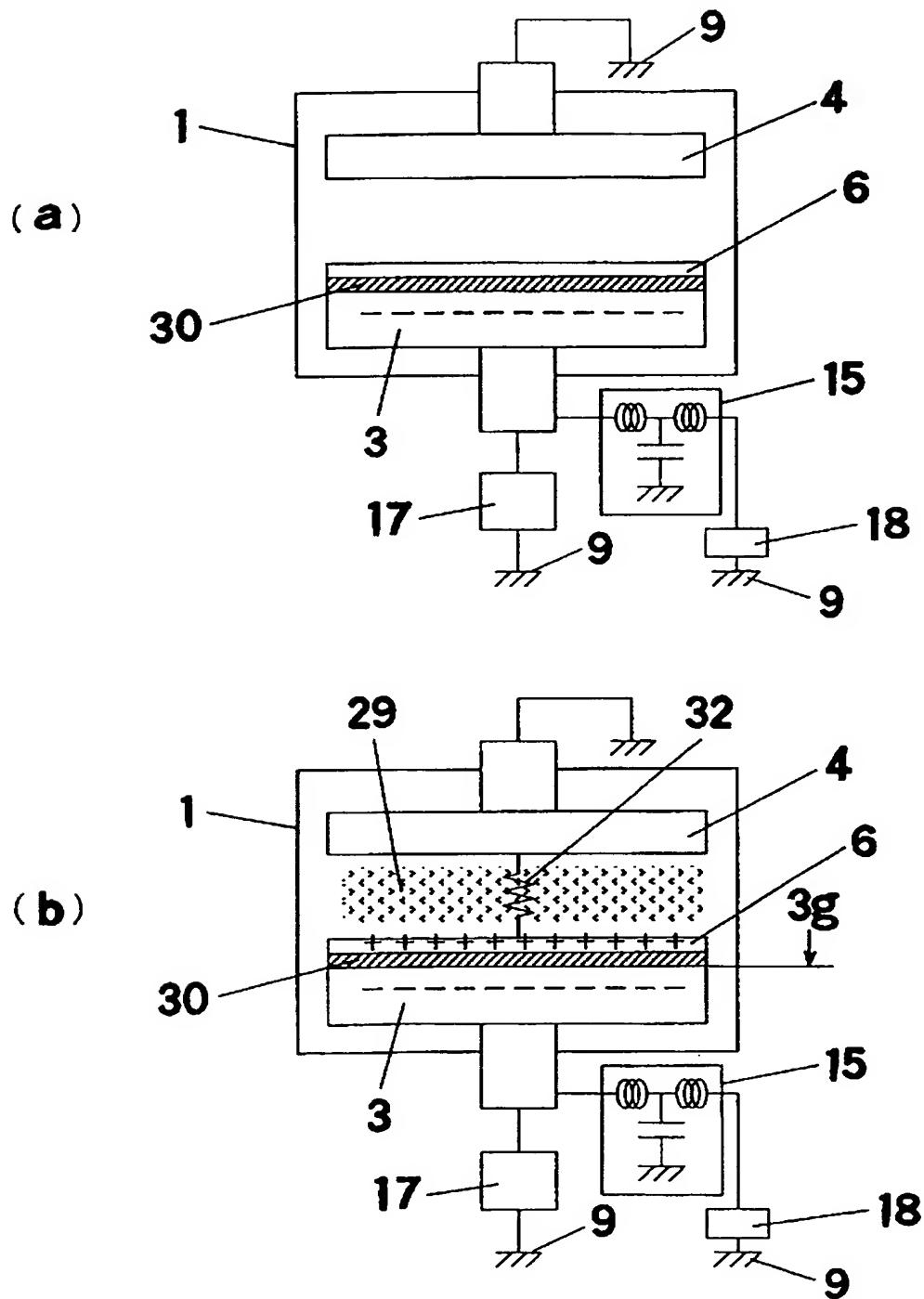
6 半導体ウェハ
30 保護シート
31b 切断線

【図 3】

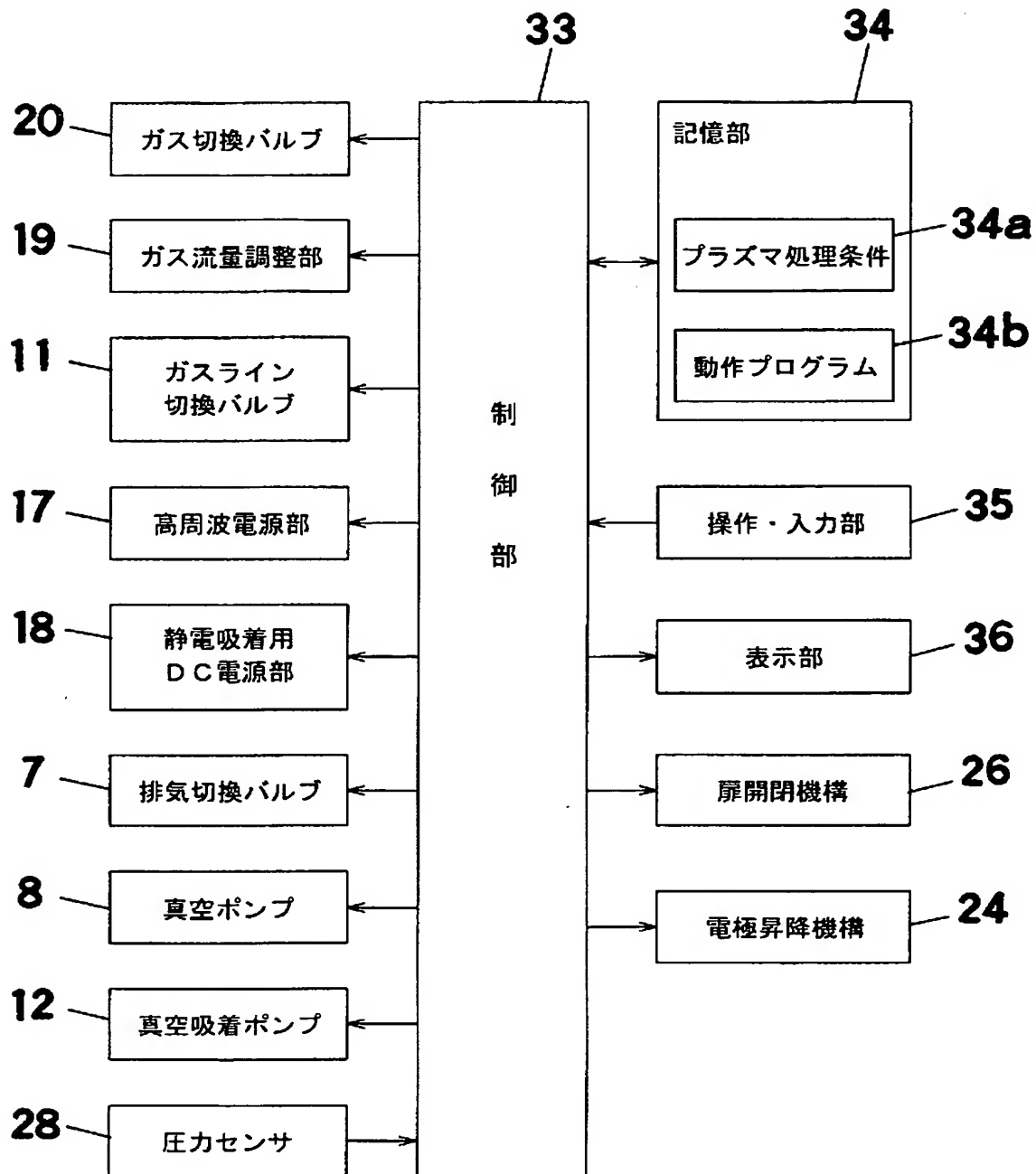


- 6 a 回路形成面
4 1 活性層
4 2 SiO_2 層
4 3 保護層

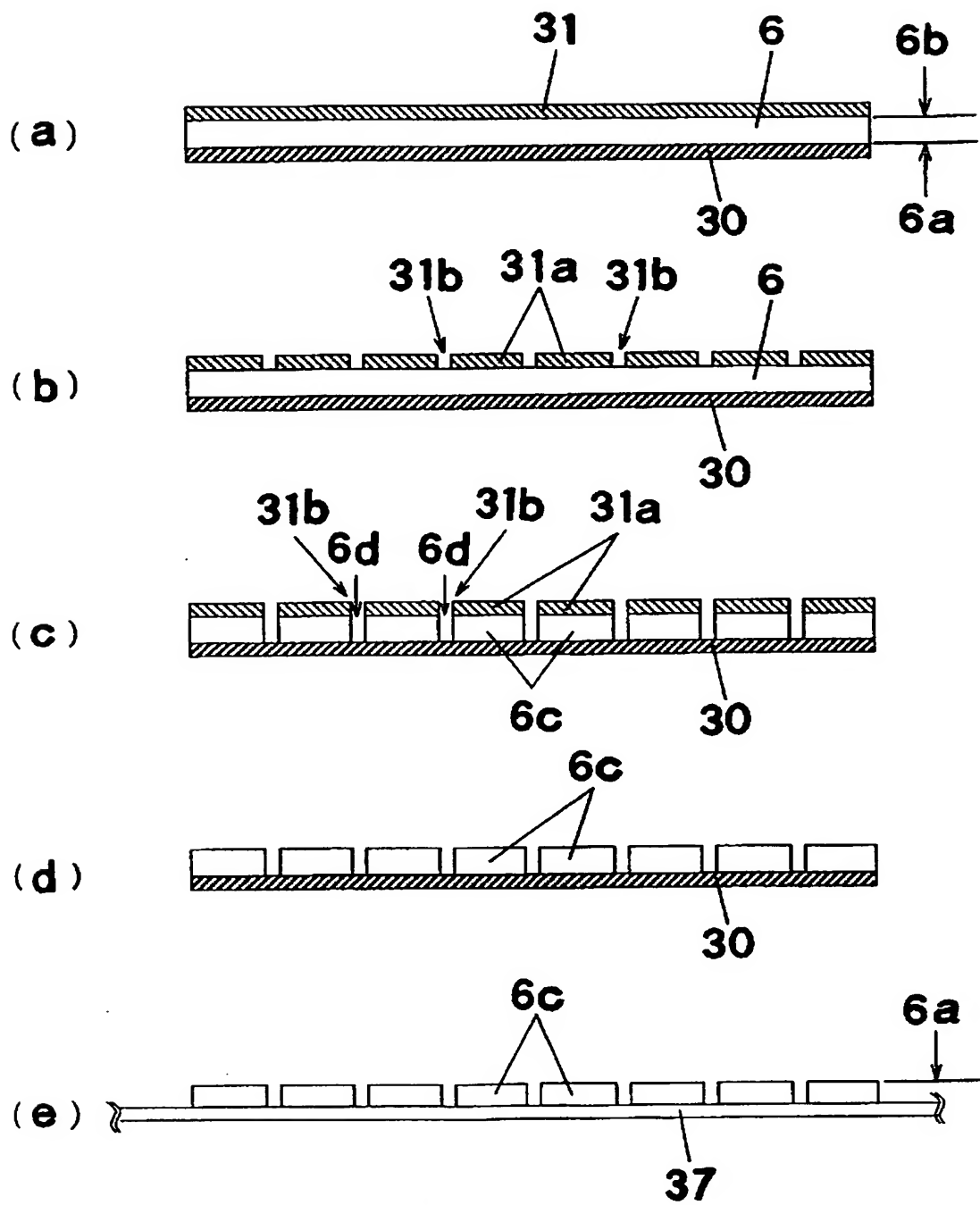
【図 4】



【図 5】

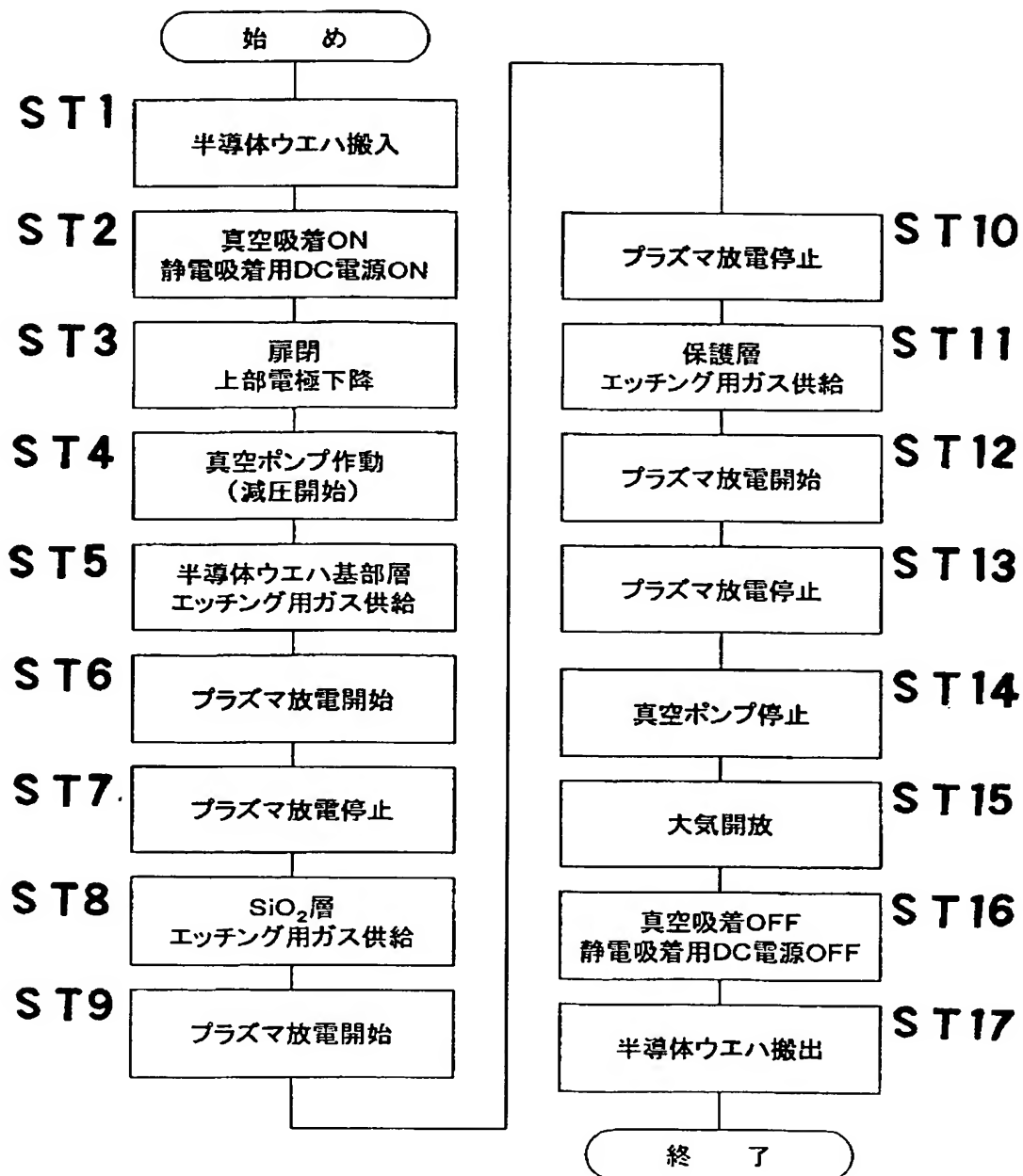


【図 6】

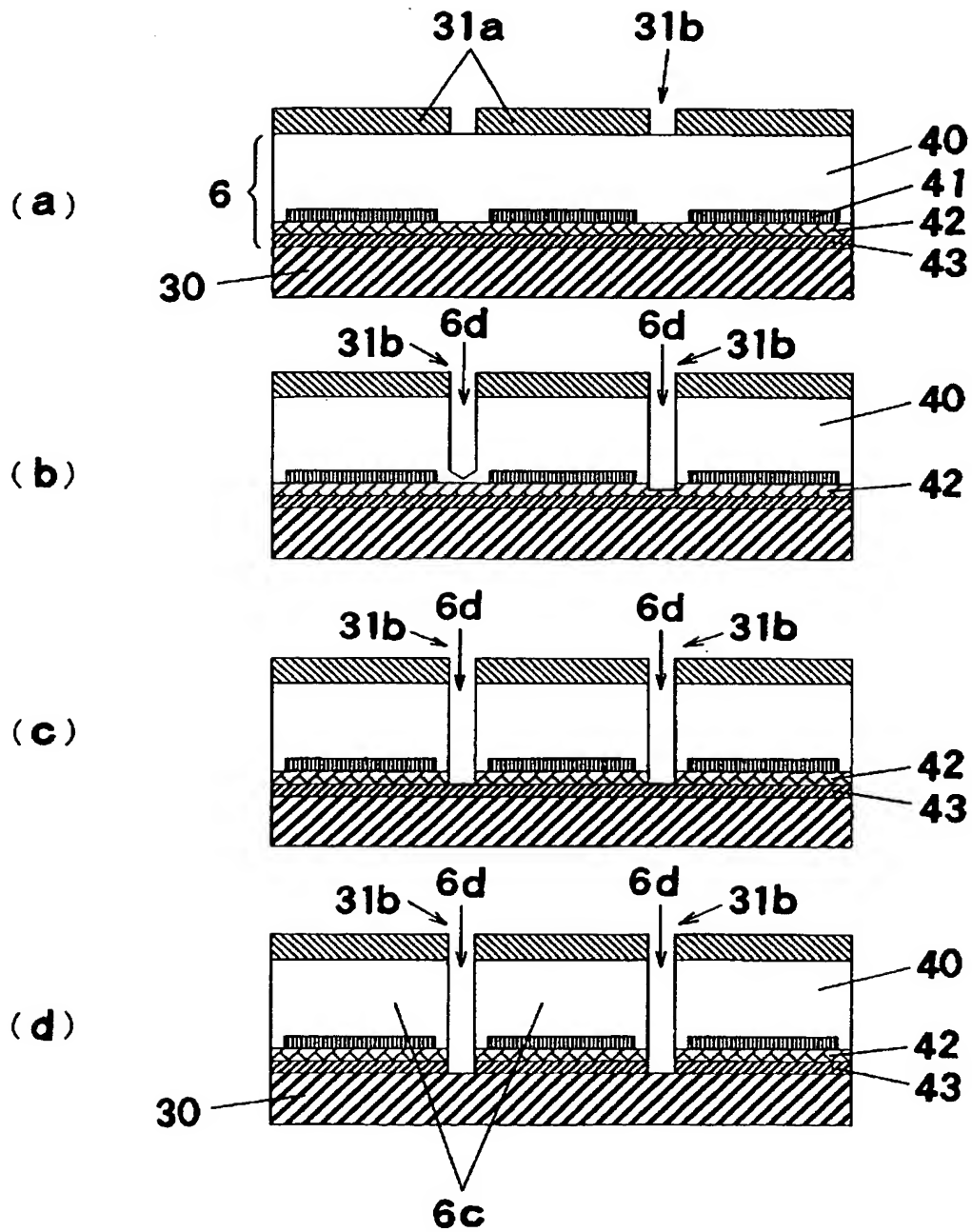


6 c 半導体素子 6 d 切断溝 3 1 レジスト膜

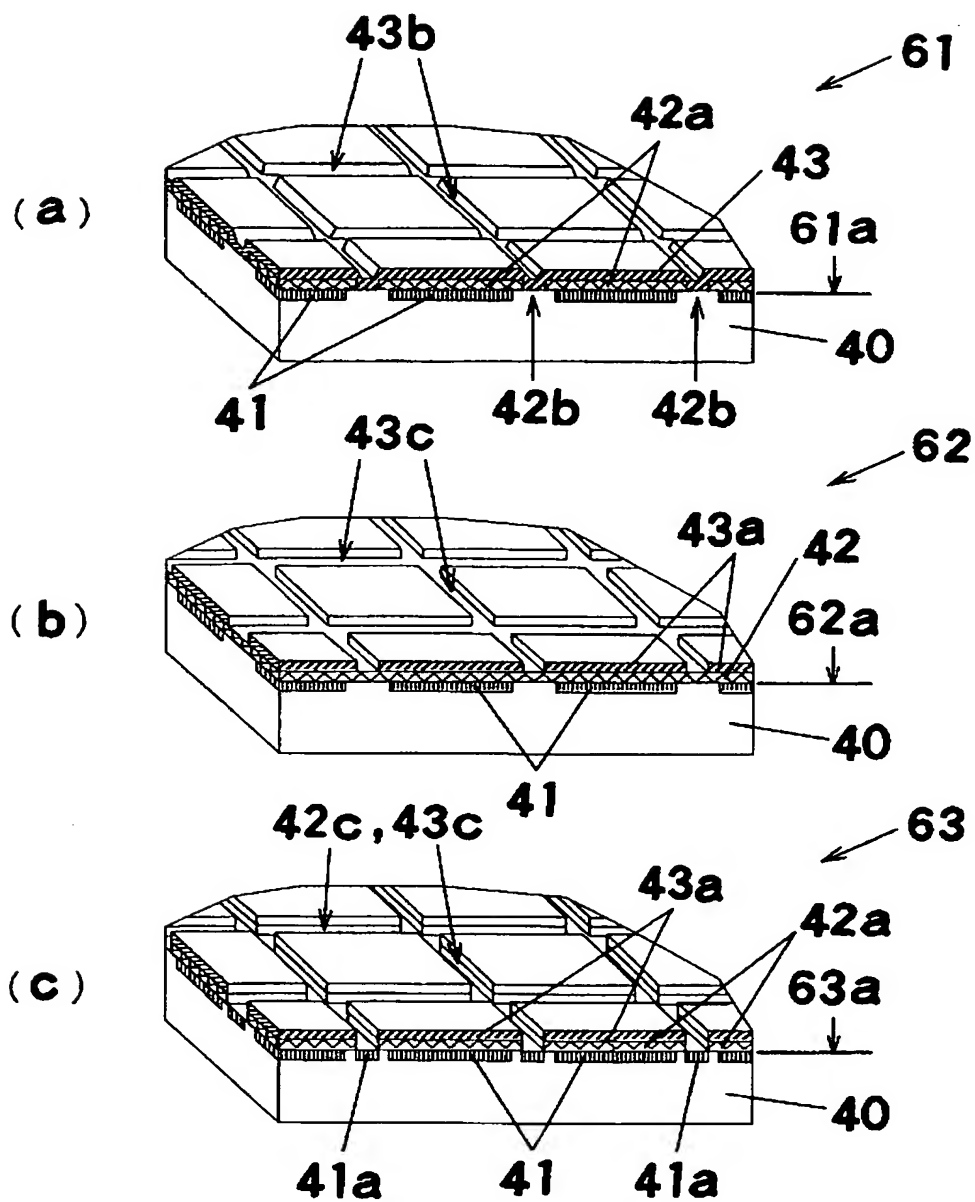
【図 7】



【図 8】

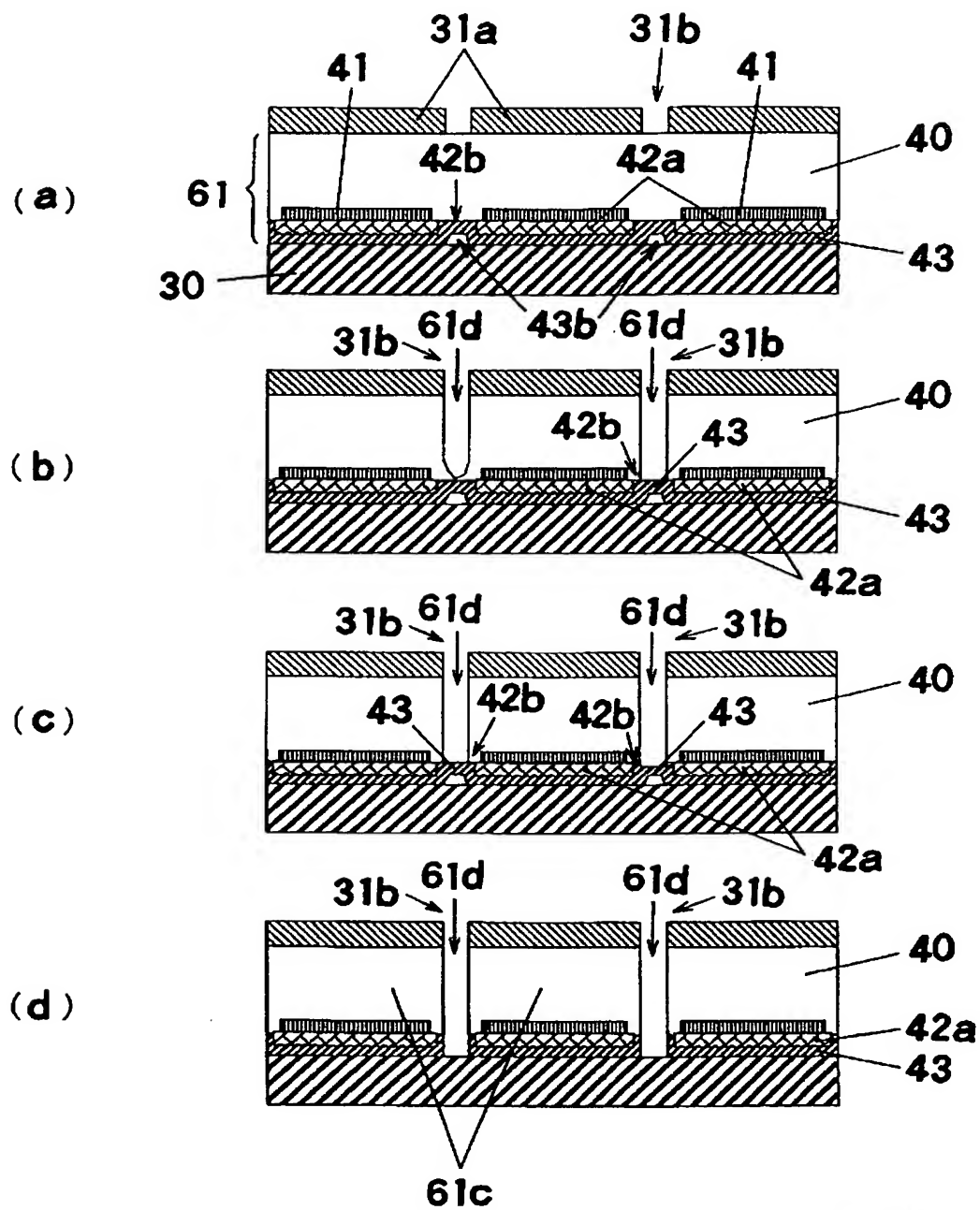


【図 9】



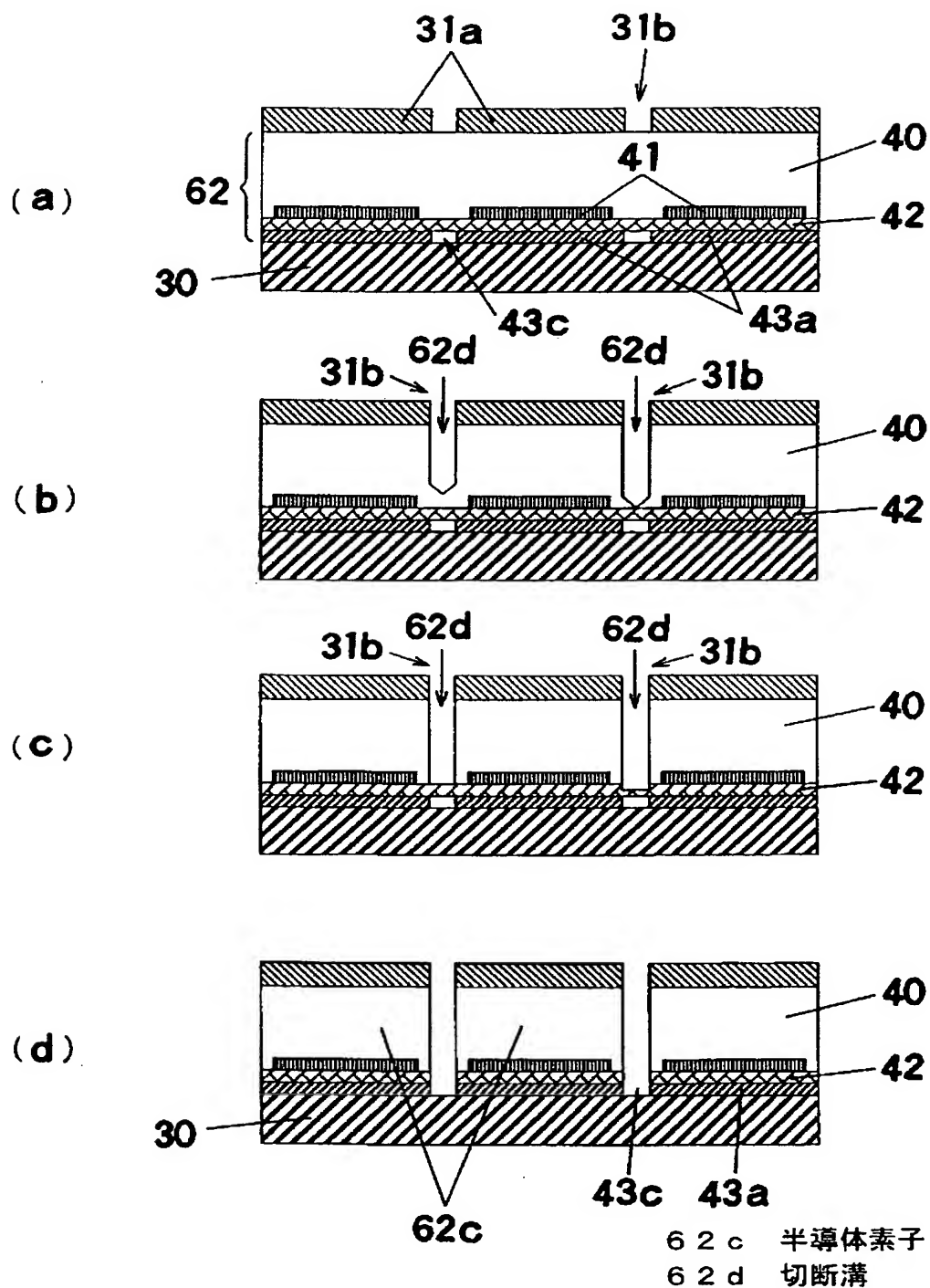
61, 62, 63 半導体ウェハ
61a, 62a, 63a 回路形成面

【図 10】

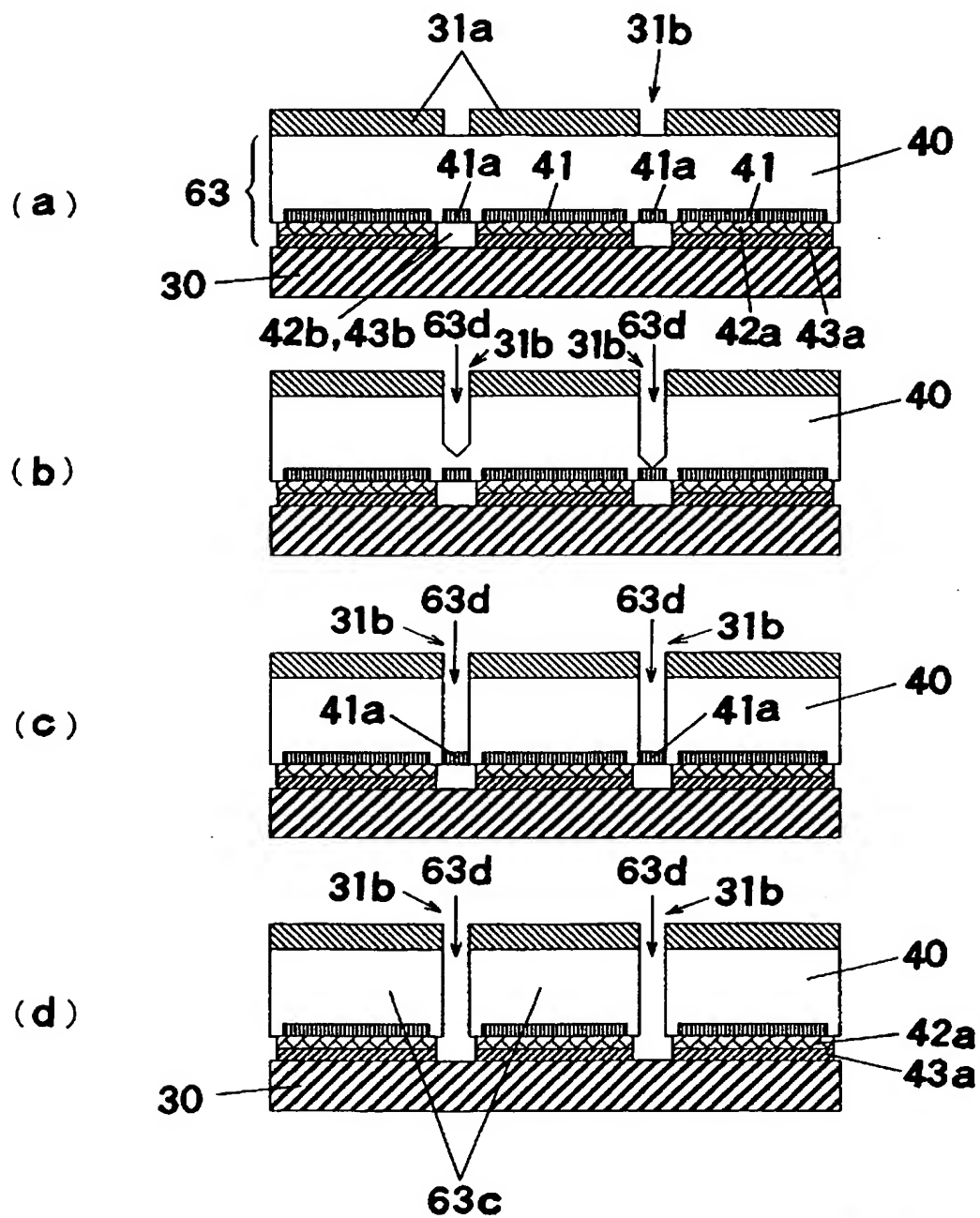


61c 半導体素子
61d 切断溝

【図 11】



【図 12】



63c 半導体素子
63d 切断溝

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマエッチングによる半導体ウェハの切断において、保護シートへの熱ダメージを防止することができる半導体装置の製造方法および半導体ウェハの切断装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 半導体ウェハ 6 をプラズマによって個片に分割するプラズマダイシングにおいて、活性層 4 1 を覆って形成された SiO_2 層 4 2 および保護層 4 3 を、ウェハ基部層 4 0 をエッチングして切断する第 1 のプラズマダイシング工程においてエッチングレートのばらつきを吸収するためのエッチングストップ層として利用し、次いで第 1 のプラズマダイシング工程により露呈したエッチングストップ層を、高エッチングレートでエッチング可能な第 2 のプラズマ発生用ガスのプラズマを用いて切断する第 2 のプラズマダイシング工程を行い、保護シート 3 0 がプラズマに長時間曝されることによる熱ダメージを防止する。

【選択図】 図 8

特願 2 0 0 3 - 0 1 4 5 6 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社